



ارزیابی ریسک نیمه کمی مواجهه شغلی کارگران محوطه واحد پساب صنعتی در یک پالایشگاه نفت با آلاینده‌های شیمیایی

سیدمهدی موسوی: کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
علیرضا کوهپایی: دانشیار مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات سلامت کار، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.
روح اله حاجی زاده: دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.
سعید یزدانی راد: دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
محمد حسین بهشتی: دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، خراسان رضوی، ایران.
روح الدین مرادی: (✉نویسنده مسئول) کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
 r.moradi50@yahoo.com
یوسف فقیه نیا ترشیزی: دانشجوی دکتری علوم کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، ایران

چکیده

کلیدواژه‌ها

ارزیابی ریسک نیمه کمی،
گروه‌های شغلی همسان
(SEG)،
پساب صنعتی پالایشگاه

زمینه و هدف: امروزه آلودگی شیمیایی در صنایع، خطر غیرقابل قبولی برای سلامت انسان‌ها به وجود آورده است. به منظور ارزیابی خطر مواجهه انسان‌ها، لازم است که خطرات مواد از لحاظ مقدار مصرف، دوز، خواص سمی و ارزیابی احتمالی اثرات بالقوه بر سلامتی انسان‌ها مورد توجه قرار گیرد؛ بنابراین هدف از انجام این مطالعه ارزیابی ریسک نیمه کمی مواجهه شغلی کارگران محوطه واحد پساب صنعتی در یک پالایشگاه نفت به عنوان مدلی به منظور پیش‌بینی مواجهه با آلاینده‌های شیمیایی می‌باشد.

روش بررسی: این تحقیق از نوع توصیفی - تحلیلی در واحد پساب صنعتی پالایش نفت آبادان در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. پس از تعیین گروه‌های شغلی همسان (SEG) و جمع‌آوری اطلاعات، ۱۴ ماده با روش نمونه‌برداری فردی میان مدت و قرائت مستقیم با دستگاه ION- First check اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار IHS میزان مواجهه کارگران با آلاینده‌های شیمیایی تعیین شد، ابتدا درجه مواجهه (ER) سپس ضریب مخاطره (HR) جهت تعیین سطح ریسک مواجهه به دست آمد.

یافته‌ها: در این مطالعه مشخص شد که کارگران محوطه واحد پساب صنعتی، روزی ۴ بار و هر بار به نیم ساعت و در مجموع ۱۴ ساعت در هفته کار چربی‌گیری از حوضچه‌ها را انجام می‌دهند. بیشترین میزان مواجهه هفتگی به ترتیب مربوط به اتیلن اکساید (۱۶/۷ppm)، نیتروبنزن (۱۶ppm) و دی اکسیدنیتروژن (۱۵ppm) بود. در این بین کمترین میزان مواجهه هفتگی به ترتیب مونواکسید کربن با (۲/۸ppm) و دی سولفیدکربن (۱/۵ppm) به دست آمد. نتایج نشان داد که به ترتیب آلاینده‌های بنزن ۱۲/۵، اتیلن اکساید ۱۰، آکروئن ۱۰، نیتروبنزن ۷/۵، سولفید هیدروژن ۷/۵، پراکسید هیدروژن ۷/۵ و آنیلین ۶ دارای بالاترین رتبه ریسک می‌باشند.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه نشان داد که کارگران پساب صنعتی پالایش نفت آبادان دارای سطح ریسک مواجهه خیلی بالایی با آلاینده‌های شیمیایی می‌باشند. لذا استفاده از اولویت‌بندی اقدامات کنترلی در قالب رتبه‌بندی ریسک نیمه کمی بهداشتی از جمله، روش‌های نوین تصفیه پساب از مهم‌ترین راهکارهای جلوگیری از تماس کارگران با آلاینده‌های شیمیایی می‌باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: گزارش نشده است.

شیوه استناد به این مقاله:

Mousavi SM, Koohpaei A, Hajizadeh R, Yazdanirad S, Beheshti MH, Moradirad R. The semi-quantitative risk assessment of the occupational exposure to chemical contaminants among workers of the industrial wastewater unit in an oil refinery. Iran Occupational Health.2019 (Feb-Mar);15(6):8-15.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 1.0 صورت گرفته است.



The semi-quantitative risk assessment of the occupational exposure to chemical contaminants among workers of the industrial wastewater unit in an oil refinery

Seyed Mahdi Mousavi, MSc of Occupational Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Alireza Koohpaei, Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health and Work Health Research Center, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

Roohalah Hajizadeh, PhD Candidate of Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

Saeed Yazdanirad, PhD Candidate of Occupational Health Engineering, Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Mohammad Hossain Beheshti, PhD Candidate of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Khorasan Razavi, Iran.

Rohaldin Moradirad, (*Corresponding author) MSc of Occupational Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. r.moradi50@yahoo.com

Yoosef Faghihnia Torshiz, PhD student of Computer Sciences, Amir Kabir University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

Background: The chemical pollution in industries has make an unacceptable risk for the human health. For the risk assessment of the human exposure, it is necessary to be considered the material dangers based on the consumption rate, dose, toxic properties, and evaluation of potential effects on the human health. Therefore, the aim of this study was to assess the semi-quantitative risk of the occupational exposure to chemical contaminants among workers of the industrial wastewater unit in an oil refinery as a model to predict the exposure.

Methods: This descriptive-analytic study was performed in the industrial wastewater unit of Abadan oil refinery in 2016. After the similar exposure groups (SEGs) were determined and information were collected, fourteen materials were measured by the short-time personal sampling and real-time monitoring methods using the ION- First Check. The exposure rate of workers to chemical contaminants was determined using the Industrial Hygiene Statistics software (IHS) based on the results of the sampling and analysis. At the first, the Exposure Rate (ER) and then the Hazard Rate (HR) were calculated to determine the exposure risk level.

Results: Based on the results of this study, pools were cleaned four times per day and fourteen hours per week by workers. The results showed that weekly exposure of workers to ethylene oxide (16.7 ppm), nitrobenzene (16 ppm), and nitrogen dioxide (15 ppm) had the highest values, respectively. Lowest values of the exposure were related to the carbon monoxide (2.8 ppm) and carbon disulfide (1.5 ppm), respectively. Benzene (12.5), ethylene oxide (10), acrolein (10), nitro benzene (7.5), hydrogen sulfide (7.5), hydrogen peroxide (7.5) and aniline (6) had the highest risk level, respectively.

Conclusion: The results of the present study showed that workers of the industrial wastewater unit have a very high risk level of the exposure to chemical contaminants. Therefore, the prioritization of control measures such as new wastewater treatment methods using the semi-quantitative health risk assessment is one of the most important ways to prevent and decrease the exposure of workers to contaminants.

Conflicts of interest: None

Funding: None

How to cite this article:

Mousavi SM, Koohpaei A, Hajizadeh R, Yazdanirad S, Beheshti MH, Moradirad R. The semi-quantitative risk assessment of the occupational exposure to chemical contaminants among workers of the industrial wastewater unit in an oil refinery. Iran Occupational Health.2019 (Feb-Mar);15(6):8-15.

Keywords

Semi-quantitative risk assessment,
Similar exposure groups (SEG),
Industrial wastewater unit

Received: 15/09/2017

Accepted: 26/06/2018

مقدمه

افراد بی‌شماری در سراسر جهان در مشاغل مختلف با مواد شیمیایی متنوعی در تماس می‌باشند. مواجهه با این مواد می‌تواند منجر به اثرات بهداشتی متعددی بر افراد گردد [۱، ۲]. اگرچه هیچ توافقی در مورد مقدار تولید و استفاده از مواد شیمیایی وجود ندارد، در حال حاضر تخمین زده می‌شود که بیش از پنج میلیون ترکیب شیمیایی متمایز وجود داشته باشد که این تعداد بیش از ۳۰۰ هزار ترکیب در هر سال افزایش می‌یابد [۳]. در هر روز حداقل ۱۰۰،۰۰۰ ماده شیمیایی مصرف می‌شود. مواجهه با مواد شیمیایی در محیط کار معمولاً بسیار بیشتر از شرایط مواجهه در محیط‌های غیر کارگاهی است. برخی از این مواد شیمیایی دارای خطرهای بهداشتی بالقوه زیادی برای سلامتی بوده و مواجهه با آن‌ها می‌تواند باعث ایجاد اثرات مختلفی بر روی سلامتی کارگران گردد [۴]. از اجزاء ترکیبات آلی فرار، بنزن، تولوئن، اتیل بنزن دارای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مشابهی بوده و در بین این ترکیبات، بنزن از اهمیت بیشتری برخوردار است. مواجهه کوتاه مدت با این ترکیبات باعث اثراتی مثل تحریک و حساس شدن پوست، مشکلات سیستم اعصاب مرکزی (خستگی، سردرد، سرگیجه و از دست دادن تعادل) می‌گردد. همچنین در مواجهات طولانی مدت، علاوه بر مشکلات ذکر شده می‌توانند باعث اثر بر کلیه، کبد، خون و سبب افزایش میزان مرگومیر ناشی از سرطان گردد [۱].

اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی را می‌توان در سه گروه اثرات حاد یا مزمن، اثرات سیستمیک یا موضعی و اثرات برگشت‌پذیر و غیرقابل برگشت طبقه‌بندی نمود. این خطرات به طور ویژه مربوط به تولید و استفاده از مواد شیمیایی در فرآیندهای مختلف می‌باشد. برای اجتناب از ایجاد عوارض مضر ناشی از این مواد شیمیایی، رعایت اصول احتیاطی و اقدامات کنترلی در هنگام کار با آن‌ها دارای اهمیت فراوان به همین منظور با توجه به تنوع و گستردگی میزان مواجهه کارکنان مجتمع‌های نفت و گاز کشور با عوامل زیان‌آور شیمیایی محیط کار، استفاده از یک روش مشخص و مدون برای ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با این عوامل شیمیایی ضروری می‌باشد. امروزه استفاده از ارزیابی ریسک

بهداشتی به گونه‌ای است که بتوان خطراتی که منجر به اثرات کوتاه مدت (حاد) و یا طولانی مدت (مزمن) در سلامتی می‌شوند را کنترل کرد. برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات کنترلی و حفاظت کارکنان در برابر عوارض سوء ناشی از مواد شیمیایی، لازم است ریسک‌های بهداشتی ناشی از مواجهه با این مواد به طور اختصاصی مورد ارزیابی قرار گیرد [۵]. کلید و راه‌حل اصلی برای ارزیابی ریسک‌های مرتبط با مواجهه‌های شغلی و محیطی با مواد شیمیایی فرایند ارزیابی ریسک می‌باشد [۶]. ارزیابی ریسک سلامتی در محیط‌های شغلی، فرآیندی است که از طریق آن ریسک‌های سلامتی به عنوان قسمتی از سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت، قرار می‌گیرند و باید قابلیت آن را داشته باشد و بتواند همه کارکنان، پیمانکاران و اشخاص ثالث را حین کار در محوطه ساختمان پوشش دهد. فرایند ارزیابی ریسک‌های سلامتی شغلی می‌بایست برای تمام فعالیت‌های موجود و هر جا که امکان تغییر در فعالیت جاری وجود دارد و همچنین برای فعالیت‌های بعد از عملیات انجام گیرد، برای یافته‌ها و داده‌های موجود تنها شناسایی مواردی که دارای پتانسیل کافی برای بروز مشکل در سلامت بوده کافی می‌باشد و نیازی به انجام کامل فرایند ارزیابی ریسک‌های سلامتی نمی‌باشد [۷]. ارزیابی ریسک نیمه کمی توسط مهندسين بهداشت صنعتی انجام شده و مواجهه بالقوه کارگران با مواد خطرناک و آلاینده در محل کار را مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. بررسی ارزیابی خطر اغلب شامل برخی از انواع روش‌های مانیتورینگ، مانند نمونه‌برداری از هوا و یا نمونه‌برداری سطحی (حجمی) و اندازه‌گیری کمترین مقدار یا غلظت از مواد خطرات می‌باشد [۸]. در این مطالعه، مدل پیش‌بینی ریسک نیمه کمی مواجهه شغلی با مواد شیمیایی، بر اساس محاسبه شاخص مواجهه با خطر، با به دست آوردن یک بانک اطلاعاتی از فرایند پالایش نفت خام می‌باشد. با استفاده از این مدل می‌توان با دست آوردن از برنامه بررسی خطر شیمیایی شغلی، مدلی اصلاح شده‌ای برای صنایع تولیدی شیمیایی از جمله صنعت پالایشگاه نفت آبادان مشخص کرد و راهکارهای کنترلی برای جلوگیری و کاهش مواجهات زیان‌آور کارگران ارائه داد [۹].

روش بررسی

این روش پژوهشی از نوع توصیفی - تحلیلی می باشد که در حوضچه پساب صنعتی (ROP)^۱ پالایش نفت آبادان در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. حوضچه پساب صنعتی شامل ۳۰ حوضچه فاضلاب صنعتی می باشد که از فاضلاب واحدهای تقطیر تغذیه می شود. در هر شیفت ۷ نفر در مجموع ۳ شیفت ۸ ساعته جمعاً ۳۵ نفر با عنوان کارگر محوطه در این واحد مشغول به کار هستند. بعد از عملیات ته نشینی و غربال کردن پساب حوضچه ها، چربی حاصل از پساب نفت خام توسط کارگران گرفته شده و به خروجی حوضچه انتقال و دفع می شود. با توجه به گروه کارگران دارای فعالیت و محیط کاری مشابه چارت های سازمانی (جهت تعیین SEG ها)، فعالیت ها/وظایف (شناسایی فعالیت ها/وظایف با مواجهه های بالاتر یا نزدیک مقادیر OEL) و مواد شیمیایی که کارگر ممکن است با آن ها مواجهه داشته باشد، مورد بررسی قرار گرفت. پس از تعیین گروه های شغلی همسان^۲ (SEG)، جمع آوری اطلاعات مربوط به فرایند، نگهداری، گروه های شغلی و وظایف، اولویت بندی و پس از تعیین وضعیت مواجهه با مواد شیمیایی، ۱۴ ماده شیمیایی که گروه کارگران با آن ها بیشترین میزان مواجهه را داشتند به عنوان آلاینده های اصلی حوضچه پساب صنعتی جهت ارزیابی ریسک مواجهه شغلی با مواد شیمیایی انتخاب شدند. جهت نمونه برداری بخارات متصاعد از حوضچه های پساب از روش نمونه برداری فردی میان مدت و قرائت مستقیم با دستگاه ION- First check به صورت تصادفی مطابق با استاندارد متدهای NIOSH استفاده شد. ابتدا برحسب تعداد افراد شاغل در هر واحد، تعداد نمونه مشخص شد. نمونه ها با استفاده از لوله جاذب کربن فعال (کربن فعال تهیه شده از زغال نارگیل مورد استفاده در این مطالعه دارای میانگین اندازه ذرات حدوداً ۶×۷۰ میلی متر، درجه خلوص بیش از ۹۹/۵ درصد و مش سائز ۲۰/۴۰ مورد ساخت شرکت مرک آلمان (Merck) با گرید آزمایشگاهی و درجه خلوص بالا، مورد استفاده قرار گرفت) و با فلو ۰/۲ لیتر بر دقیقه به مدت ۴۵ دقیقه تا ۸ ساعت جمع آوری شد.

سپس نمونه ها با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی با آشکار ساز FID تجزیه و تحلیل شد. جهت کنترل اثرات مداخله گر سرعت باد، تمامی نمونه برداری ها در شرایط جوی آرام با سرعت جریان هوای حداقل (۰/۱) متر بر ثانیه) انجام شد و با استفاده از دستگاه بادسنج پره ای سرعت باد ارزیابی و شرایط نمونه برداری کنترل گردید. روش ارزیابی ریسک بهداشتی توسط دپارتمان بهداشت حرفه ای مالزی ارائه شده است [۴، ۲]. برای درجه بندی مواجهه با عوامل شیمیایی از نتایج آنالیز نمونه ها با استفاده از نرم افزار IHS^۳، (۱۰) صدک ۱۹۵ پروفایل مواجهه هر SEG را با OEL مقایسه و بر اساس فاصله بین ۱۹۵ام مواجهه و OEL درجه مواجهه را تعیین شد.

الف: تعیین ضریب مخاطره (HR)

پس از شناسایی آلاینده های متصاعد شده، ضریب مخاطره مشخص گردید. مخاطرات ناشی از یک ماده شیمیایی به میزان سمیت و نحوه مواجهه بستگی دارد. ضریب مخاطره می تواند با توجه به تأثیرات سمی مواد شیمیایی تعیین گردد روش دیگر تعیین ضریب مخاطره از طریق دوز کشنده (LD50 = 50%) و غلظت کشنده (LC50 = 50%) مواد شیمیایی است [۱۱].

ب: تعیین ضریب مواجهه (ER)

موقعی که نتایج حاصل از نمونه برداری و پایش هوا قابل دسترسی باشد، متوسط وزنی - زمانی هفتگی (TWA) مواجهه با استفاده از رابطه زیر تخمین زده می شود [۱۲].

$$E = F \times D \times M / W \quad \text{که در رابطه (۱):}$$

$$E = \text{میزان مواجهه هفتگی (Mg/ m}^3 \text{ یا ppm)}$$

$$F = \text{تکرار مواجهه در هفته (تعداد در هفته)}$$

$$M = \text{شدت مواجهه (Mg/ m}^3 \text{ یا ppm)}$$

$$W = \text{متوسط ساعت کار در هفته (۴۰ ساعت)}$$

$$D = \text{متوسط طول مدت هر مواجهه (ساعت)}$$

در پژوهش حاضر نتایج اندازه گیری غلظت ترکیبات آلاینده های شیمیایی در واحد بهداشت کار/صنعتی HSE موجود بوده به همین دلیل، با استفاده از سطح مواجهه واقعی ضریب مواجهه به دست می آید. فرض شده است که در زمانی که وظیفه انجام نمی شود

¹ Oil refinery Pre-treatment

² Similar exposure groups

³ Industrial Hygiene Statistics

هیچ گونه مواجهه‌ای وجود ندارد. این فرضیه بایستی در مورد هر وظیفه‌ای که تحت بررسی قرار می‌گیرد، مدنظر باشد تا صحت محاسبات تأیید گردد. مقدار مواجهه (E) که از رابطه بالا به دست آمد با مقادیر مواجهه مجاز بلند مدت (PEL) مقایسه می‌شود بدین ترتیب ضریب مواجهه (ER) از طریق جدول مربوطه به دست می‌آید [۱۳].

ج: تعیین سطح ریسک (RL)

پس از تعیین ضریب مخاطره و ضریب مواجهه ضریب ریسک طبق رابطه زیر به دست می‌آید [۱۴]:

$$\text{Risk Level} = (\text{HR} + \text{ER})^{1/2}$$

HR = درجه خطر ماده شیمیایی

ER = درجه مواجهه

در نهایت با توجه به رتبه ریسک به دست آمده برای هر ترکیب و اولویت مشخص شده، اقدامات کنترلی لازم برای کاهش سطوح ریسک ارائه گردید.

یافته‌ها

طبق تحقیق انجام گرفته، کارگران محوطه واحد

پساب صنعتی، روزی ۴ بار و هر بار به میزان نیم ساعت در ۸ ساعت کاری و در مجموع ۲۸ بار در هفته، کار چربی‌گیری از حوضچه‌ها را انجام می‌دهند. در جدول شماره ۷، درجه مواجهه، سطح ریسک و رتبه‌بندی ریسک، مواجهه با مواد شیمیایی و همچنین برنامه دوره‌ای اندازه‌گیری آلاینده‌ها با توجه به استراتژی مدیریت مواجهات شغلی را نشان می‌دهد. با توجه به میزان مواجهات شغلی کارگران، استراتژی ارزیابی آلاینده‌های بنزن، سولفید هیدروژن، نیتروبنزن، آنیلین، آکروئین، اتیلن اکساید، هیدروژن پراکسید، در سطح مواجهات ۴ قرار گرفتند و دوره ارزیابی مواجهه آن‌ها حداقل یک‌بار در هر سه ماه می‌باشد. در این ارزیابی به ترتیب دی سولفید کربن در سطح سوم حداقل یک‌بار در هر شش ماه، اتیلن بنزن و تولوئن در سطح دوم و مونواکسید در سطح یک ارزیابی مواجهات قرار گرفت. ارزیابی مواجهه به صورت فرآیندی دوره‌ای و چندلایه، با توجه به نتایج به دست آمده در دوره‌های قبل جهت تکمیل اطلاعات پایه استفاده و برای ارزیابی دوره‌های بعد کاربرد دارد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید در این

جدول ۱- درجه مواجهه، سطح ریسک و رتبه‌بندی ریسک بخارات متصاعد از حوضچه پساب صنعتی

فرآیند و وظیفه	مواد شیمیایی	درجه خطر ماده شیمیایی (HR)	درجه مواجهه (ER)	سطح ریسک (RL)	رتبه ریسک	برنامه پیشنهادی دوره ای ارزیابی مواجهه، با توجه به راهنمای تدوین استراتژی ارزیابی و مدیریت مواجهات شغلی (۸).
تولید و توزیع	بنزن	۵	۵	۱۲٫۵	خیلی زیاد	حداقل یکبار در هر سه ماه
	اتیل بنزن	۳	۲	۳	متوسط	حداقل یکبار در سال
	تولوئن	۳	۲	۳	متوسط	حداقل یکبار در سال
	زایلن	۳	۱	۱٫۵	ناچیز	حداقل یک بار در هر دو سال
	دی سولفید کربن	۲	۴	۴	زیاد	حداقل یکبار در هر شش ماه
	سولفید هیدروژن	۳	۵	۷٫۵	خیلی زیاد	حداقل یکبار در هر سه ماه
	نیتروبنزن	۳	۵	۷٫۵	خیلی زیاد	حداقل یکبار در هر سه ماه
	آکروئین	۴	۵	۱۰	خیلی زیاد	حداقل یکبار در هر سه ماه
	پراکسید هیدروژن	۳	۵	۷٫۵	خیلی زیاد	حداقل یکبار در هر سه ماه
	آنیلین	۳	۴	۶	خیلی زیاد	حداقل یکبار در هر سه ماه
تولید و توزیع	اتیلن اکساید	۴	۵	۱۰	خیلی زیاد	حداقل یکبار در هر سه ماه
	مونواکسید کربن	۱	۱	۱	ناچیز	حداقل یک بار در هر دو سال
	دی اکسید نیتروژن	۱	۵	۲٫۵	کم	حداقل یک بار در هر دو سال
	نیتریک اکساید	۱	۲	۱	ناچیز	حداقل یک بار در هر دو سال

بر بنزن درجه مخاطره دیگر آلاینده‌های شیمیایی از طریق SDS، LD50 و LC50 و همچنین از طریق جدول مواد سرطانزا (طبق استانداردهای OSHA، IARC، NTP، ACGIH) به دست آمد [۱۴]. با توجه به جدول ۶، سطح ریسک برای اتیلن اکساید ۱۰، آکرولئین ۱۰، نیتروبنزن ۷/۵، سولفید هیدروژن ۷/۵، پراکسید هیدروژن ۷/۵ و آنیلین ۶ است و همگی این مواد شیمیایی دارای ریسک مواجهه خیلی بالایی هستند. لذا اقدامات کنترلی امری ضروری می‌باشد.

از اقدامات کنترلی پیشنهادی جهت بهبود روند مواجهه کارگران با بخارات متصاعد از پساب صنعتی و کاهش سطح ریسک استفاده از روش‌های تصفیه نوین پساب می‌باشد، بدین منظور دوستکی و همکاران با استفاده از پالایش زیستی، با تلقیح باکتری‌های باسیلوس سابتیلیس، باسیلوس مگاتریوم، سودوموناس پوتیدا روند تجزیه کل هیدروکربن نفتی در پالایشگاه نفت ری را (۳۸ درصد) بهبود دادند. ناهید و همکاران با استفاده از کشت باکتری‌های گروه سودوموناس، گرم منفی و کاتالاز مثبت در بیوراکتور اقدام به حذف ۷ درصد پلی آروماتیک هیدروکربن‌ها از پساب پالایشگاه‌های نفت شد [۱۹]. روش تصفیه آنزیمی (لیپاز) نیز نمونه‌ای از روش‌های بیولوژیکی تصفیه پساب در پالایش نفت آبادان توسط ابوالفضل اژدرپور و همکاران انجام شد در این مطالعه بین ۲۰ تا ۵۰ درصد روغن پساب حذف شد [۲۰]. از دیگر روش‌های نوین تصفیه، استفاده از بیوراکتور بافل دار هیبریدی [۲۱] گیاه پالایی سیستم نیمه صنعتی تالاب‌های مصنوعی با جریان زیر سطحی از نوع (SSF) بیورکتورهای غشایی و غیره می‌باشد [۲۱، ۲۲]. علاوه بر این از اقدامات کنترلی دیگر برنامه پایش دوره‌ای کارگران مطابق با استراتژی مدیریت مواجهات شغلی، استفاده از ماسک‌های کارتریج دار شیمیایی [۲۳، ۲۴] پیاده‌سازی برنامه حفاظت تنفسی [۲۵] کارگران چرخش شغلی و کاهش مدت زمان مواجهه از دیگر برنامه‌های کنترلی پیشنهادی می‌باشد. در این مطالعه و مطالعات مشابه اولویت‌بندی اقدامات کنترلی متناسب با فرآیند، مهم‌ترین اقدام پیشگیری در مواجهه با سطوح بالای ریسک پیشنهاد شده است [۲، ۲۶].

نتایج ارزیابی ریسک به عنوان پایه‌ی توسعه

مطالعه آلاینده‌های شیمیایی بنزن، سولفید هیدروژن، نیتروبنزن، آنیلین، آکرولئین، اتیلن اکساید، پراکسید هیدروژن، دارای بالاترین رتبه ریسک کمی یعنی خیلی زیاد را دارا می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه پس از انتخاب گروه‌های مواجهه شغلی مشابه، ارزیابی مواجهه کارگران با آلاینده شیمیایی انجام شد، با توجه به در دسترس بودن نتایج حاصل از نمونه‌برداری و پایش هوا، متوسط مواجهه وزنی - زمانی هفتگی، به دست آمد. کارگران محوطه صبح در ۲ نوبت نیم ساعته و همچنین عصر در ۲ نوبت نیم ساعته، در مجموع ۲ ساعت در ۸ ساعت کاری با آلاینده‌ها مواجهه دارند. بیشترین میزان مواجهه هفتگی به ترتیب مربوط به اتیلن اکساید (۱۶/۷ppm)، نیتروبنزن (۱۶ppm) و دی اکسید نیتروژن (۱۵ppm) بود. در این بین کمترین میزان مواجهه هفتگی مونواکسید کربن با (۲/۸ppm) و دی سولفید کربن (۱/۵ppm) به ترتیب به دست آمد. نتایج نشان داد که با توجه به سمیت بالای بنزن، دارای درجه خطر ۵ و درجه مواجهه ۵، دارای بیشترین سطح ریسک ۱۲/۵ با رتبه ریسک خیلی بالا نیازمند، بیشترین توجه به اقدامات کنترلی و کاهش ریسک بهداشتی این آلاینده می‌باشد. طبق تحقیقات انجام گرفته، ترکیبات BTEX، بالاترین غلظت را در بین ترکیبات آلی فرار (VOCs) را دارا می‌باشند؛ بنابراین اقدامات کنترلی برای این ترکیبات باید در اولویت قرار بگیرد [۱۵]. از جمله روش‌های حذف هیدروکربن‌های حلقوی استفاده از روش تصفیه پذیری فاضلاب‌های پالایشگاهی با بیوراکتور غشایی می‌باشد [۱۶]. البته لازم به ذکر می‌باشد که استاندارد EPA راهکار کنترل بنزن در فرآورده‌های نفتی را حذف بنزن و جایگزینی آن با ماده‌ای با مخاطرات بهداشتی کمتر بیان کرده است [۱۷]. هرچند که BTEX ها در فرآورده‌های نفت خام از جمله بنزین برای بالا بردن عدد اکتان استفاده می‌شود ولی اخیراً استفاده از ماده‌ای به نام فلورن^۴ باعث افزایش عدد اکتان و جایگزین مناسبی برای آلاینده BTEX ها می‌باشد [۱۸]. در واحد پساب صنعتی علاوه

^۱ Folren

petrochemical industry. Iran Occup Health. 2011;7(4):4-0.[Persian]

6. Seeley M, Tonner-Navarro L, Beck B, Deskin R, Feron V, Johanson G, et al. Procedures for health risk assessment in Europe. Regul Toxicol Pharmacol. 2001;34(2):153-69.

7. Kauppinen T, Toikkanen J, Pedersen D, Young R, Ahrens W, Boffetta P, et al. Occupational exposure to carcinogens in the European Union. Occup Environ Med. 2000;57(1):10-8.

8. Bullock WH, Ignacio JS. A strategy for assessing and managing occupational exposures: AIHA; 2006.

9. County D. Environmental assessment for the construction and operation of proposed projects on area B of Fort Detrick in Frederick County, Maryland. 2010.

10. Haas JM. Industrial Hygiene ABCs. Profession Safe. 2005;50(3):38.

11. Nasri A, Jebelli B, Nasrabadi T, Hadizadeh H, Ghazanchaei E. Determining the Risk of occupational exposure to benzene, toluene among gasoline stations workers, case study in selected gasoline stations in Kerman, Iran. Occup Med Quart J. 2015;7(2):57-63.[Persian]

12. Tunsarangkarn T, Siri Wong W, Rungsithyotin A, Nopparatbundit S. Occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds in Bangkok, Thailand. Int J Occup Environ Med. 2012;3(3 July).

13. Beheshti M, Firooz CA, Alinaghi LA, Rostami S. Semi-quantitative risk assessment of health exposure to hazardous chemical agents in a petrochemical plant. J Occup Health Epidemiol. 2015;4(1):1-8.

14. Crowl DA, Louvar JF. Chemical process safety: fundamentals with applications: Pearson Education; 2001.

15. Kim MS, Kim JS, Kim BW. Removal of gaseous toluene by using TiO₂ film doped of Ru-dye/Pt in a pilot scale photoreactor. Kore J Chem Engineer. 2012;29(5):549-54.

16. Shirvani H, Ganjidoost H, Hemmati M, Zarasvand AR. Investigation of oil refinery wastewater treatment using a submerged membrane bioreactor. Petroluem Res. 2012;22(70):43-55.

17. Weaver JW, Exum LR, Prieto LM. Gasoline composition regulations affecting LUST sites: US Environmental Protective Agency, Office of Research and Development; 2010.

18. Gilli G, Scursatone E, Bono R. Geographical distribution of benzene in air in northwestern Italy and personal exposure. Environ Health Perspect. 1996;104(Suppl 6):1137.

19. Nahid P, Vosoughi M, Aalemezadeh I, Sanati AM. Bioremediation of PAHs for the Persian Gulf Water by RBCp and MBBR Contactors. Water Wastewat. 2007;18(2):12-19.

20. Mortazavi B. Treatment of oily wastewaters by Lipase enzyme producing bacteria. J Cell Mol Res.

استانداردهای محیطی بنا شده است، بدیهی است که نتیجه برآورد کمی مواجهه نه تنها بر روی خواص ماده، بلکه به عنوان ابزاری برای برآورد مواجهه کارگران در معرض، شرایط عملیاتی و اقدامات مدیریت ریسک نیز مورد استفاده قرار می گیرد. نتایج مطالعه نشان داد که کارگران پساب صنعتی پالایش نفت آبادان دارای سطح ریسک مواجهه خیلی بالایی با آلاینده های شیمیایی می باشند. لذا استفاده از اولویت بندی اقدامات کنترلی در قالب رتبه بندی ریسک نیمه کمی بهداشتی از جمله، روش های نوین تصفیه پساب از مهم ترین راهکارهای جلوگیری از تماس کارگران با آلاینده های شیمیایی می باشد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه نتیجه یک برنامه عملیاتی اداره بهداشت کار/ صنعتی HSE شرکت پالایش نفت آبادان تحت عنوان "ارزیابی ریسک نیمه کمی مواجهه شغلی کارگران محوطه واحد پساب صنعتی در یک پالایشگاه نفت با آلاینده های شیمیایی" می باشد. بر این اساس نویسندگان بر خود لازم می دانند از همکاری صمیمانه کارکنان واحدهای مختلف عملیاتی این شرکت تشکر و قدردانی نمایند.

References

1. Moosavifard SA, Ardestani M, Zarei F, Asgarianzadeh M. Semi-quantitative risk assessment Of TDI and MDI in car paint shops in Alborz province, Iran. J Mazandaran Uni Med Sci. 2016;25(132):82-90.[Persian]

2. Jahangiri M, Jalali M, Saeidi C, Mohammadpour H, Mardi H, Mehr Alipour J. Health risk assessment of harmful chemicals in order to provide control guidelines: case study in a polyurethane foam industry. Occup Med Quart J. 2014;5(4):33-41.[Persian]

3. Semple S. Assessing occupational and environmental exposure. Occup Med. 2005;55(6):419-24.

4. Jalali M, Jalali S, Shafii Motlagh M, Mardi H, Negahban S, Faraji Tomarkandi V, et al. Health risk assessment of occupational exposure to BTEX compounds in petrol refueling stations in Mashhad. J Neyshabur Univ Med Sci. 2014;1(1):19-27.[Persian]

5. Jahangiri M, Motovagheh M. Health risk assessment of harmful chemicals: case study in a

2014;27(3):346-53.

21. Zolfaghari M, Alamzadeh I, Vosoughi M, Tafti N. Application of hybrid activated sludge reactor to improve activated sludge process for oily wastewater treatment. *J Water Wastewat*. 2013;1:43-52.

22. Fallahzadeh M, Hemmati M. Measurement of critical flux in membrane bioreactor for Tehran refinery wastewater treatment. *Farayandno*. 2000;9-41(55):11:160.

23. Ogata M, Michitsuji H, Fujiki Y. Estimating amounts of toluene inhaled by workers with protective mask using biological indicators of toluene. *Toxicol Lett*. 1999;108(2-3):233-9.

24. Freedman R, Ferber B, Hartstein A. Service lives of respirator cartridges versus several classes of organic vapors. *Am Indust Hyg Assoc J*. 1973;34(2):55-60.

25. Garber SR, Colton CE, Lucas DS. System and method for developing and/or maintaining a workplace respiratory protection program. Google Patents; 1999.

26. Golbabaie F, Eskandari D, Azari M, Jahangiri M, Rahimi A, Shahtaheri J. Health risk assessment of chemical pollutants in a petrochemical complex. *Iran Occup Health*. 2012;9(3). [Persian]